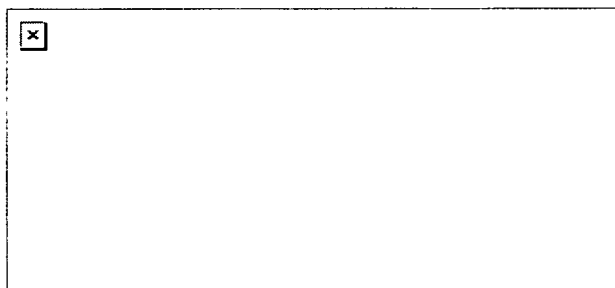


**Motor vehicle pump under piezo-control**

**Patent number:** DE19921951  
**Publication date:** 1999-11-18  
**Inventor:** GROCHOWICZ JAROSLAW (DE); GEPPERT PETER (DE); SALZER MARTIN (DE); AUGSBURG KLAUS (DE); WINGER ANDRE (DE)  
**Applicant:** UNIV DRESDEN TECH (DE)  
**Classification:**  
- international: F04B17/03; F04B53/02; F04B53/14; B60R16/08  
- european: F04B17/00P  
**Application number:** DE19991021951 19990512  
**Priority number(s):** DE19991021951 19990512; DE19981021671 19980514

**Abstract of DE19921951**

The two baseplates (1,3) of the pump are joined by connecting element (2) and a piezo-actuator (5) arranged in the element (2) axis as joined at one end to the baseplate (1) and otherwise to a piston (7). The piston moves axially in the connecting element (2) in strokes controlled by the piezo-actuator (5). Pressure space (10) connects (13) via non-return valve (11) to a low pressure valve and to a high pressure valve via a connection (14) closed by a non-return valve (12). A seal (9) fixed round the axis at one end of the piston (7) is so pre-tensioned in dead center between piston and baseplate (3) that the piston endface, seal (9) and plate (3) form the pressure space (10). A seal spaced from the connecting element also forms a pressure space. Several seals can be used, spaced from the element (2) to make up separate pressure spaces, the seals arranged concentrically alongside one another.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 21 951 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 04 B 17/03**  
F 04 B 53/02  
F 04 B 53/14  
// B60R 16/08

21 Aktenzeichen: 199 21 951.6  
22 Anmeldetag: 12. 5. 99  
43 Offenlegungstag: 18. 11. 99

DE 199 21 951 A 1

66 Innere Priorität:  
198 21 671. 8 14. 05. 98

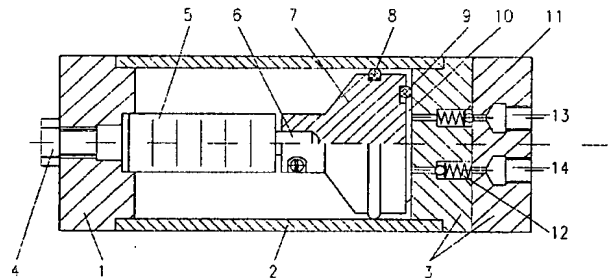
71 Anmelder:  
Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, DE

74 Vertreter:  
Sender, F., Dipl.-Ing., 01069 Dresden

72 Erfinder:  
Augsburg, Klaus, Dr.-Ing., 01189 Dresden, DE;  
Grochowicz, Jaroslaw, Dr., 01189 Dresden, DE;  
Winger, Andre, Dipl.-Ing., 08228 Rodewisch, DE;  
Salzer, Martin, Dipl.-Ing., 01326 Dresden, DE;  
Geppert, Peter, 08496 Neumark, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Piezobetätigte Kolbenpumpe
- 57 Die Erfindung betrifft eine piezobetätigte Kolbenpumpe, welche umfaßt:  
eine erste Grundplatte (1) und eine zweite Grundplatte (3), die durch ein Verbindungselement (2) miteinander verbunden sind,  
einen Piezoaktor (5) in der Längsachse des Verbindungselementes (2), dessen erstes Ende mit der ersten Grundplatte (1) und dessen zweites Ende mit einem Kolben (7) verbunden ist, einen Druckraum (10), der wenigstens einen durch ein Rückschlagventil (11) sperrbaren Anschluß (13) zu einem Niederdruckteil und wenigstens einen durch ein Rückschlagventil (12) sperrbaren Anschluß (14) zum Hochdruckteil aufweist,  
wobei der Kolben (7) im Verbindungselement (2) axial verschiebbar gelagert ist und die Kolbenhübe durch eine Ansteuerung des Piezoaktors erzeugt werden,  
wobei der Kolben (7) stirnseitig wenigstens ein um die Längsachse verlaufendes fixiertes Dichtelement (9) aufweist, das im Totpunkt I zwischen Kolben (7) und zweiter Grundplatte (3) vorgespannt ist, so daß die Stirnfläche des Kolbens (7), das Dichtelement (9) sowie die an dem Dichtelement (9) anliegende Seite der zweiten Grundplatte (3) den Druckraum (10) bilden,  
wobei wenigstens ein von dem Verbindungselement (2) beabstandetes Dichtelement (9) vorgesehen ist, das zumindest einen Druckraum (10) bildet.



DE 199 21 951 A 1

Die Erfindung betrifft eine piezobetätigte Kolbenpumpe. Die Kolbenpumpe ist bevorzugt für den Einsatz in allen Hydraulikkreisläufen, bei denen es auf das genaue Einstellen eines bestimmten Enddrucks und auf eine feine Dosierung des Volumenstromes ankommt, geeignet.

Aus der DE 196 01 749 A1 ist eine Betätigungseinrichtung, vorzugsweise für Fahrzeuge, insbesondere für Kraftfahrzeuge bekannt. In einem Gehäuse, ist ein Kolbenschieber verschiebbar gelagert, mit dem aus einer Zuführung Medium ansaugbar und einem Verbraucher zuführbar ist. Der Kolbenschieber ist durch wenigstens ein Piezoelement axial verschiebbar, das mit einer hohen Frequenz betrieben werden kann, wodurch der Kolbenschieber mit entsprechend hoher Frequenz hin- und herbewegt wird.

Mit dem Kolbenschieber werden Volumina des Mediums entsprechend der Frequenz des Piezoelementes aus der Niederdruckseite in einen Druckraum angesaugt. In diesem Raum wird der Druck aufgebaut und mittels Rückschlagventilen gehalten. Sobald der Druck die Gegenkraft eines weiteren Rückschlagventils übersteigt öffnet dieses und das Medium gelangt zu dem angeschlossenen Verbraucher.

Nachteilig bei dieser Anordnung ist das relativ geringe Verdichtungs-volumen. Die erforderlichen Rückschlagventile ergeben auf Grund der Funktionsweise einen volumetrischen Wirkungsgradverlust.

Aus der DE 197 56 821 A1 ist eine Hydraulikpumpe bekannt, die als Dichtelement ein, den Verdichtungsraum radial und axial abschließendes elastisches Element benutzt. Dieses hat sowohl Dicht- als auch Federungs- und Rückstellaufgaben in axialer Richtung. Es ist radial außen angeordnet, so daß ein recht großer Verdichtungsraum entsteht. Damit ist diese Anordnung für eine Betätigung mittels Elektromagnet, nicht aber mittels Piezoaktoren geeignet, da die dort erreichbaren Zuspänn(Kolben)wege für eine effektive Verdichtungsarbeit nicht ausreichen. Zudem ist eine Aufgabenkombination in radiale Führung, axiale Federung und Abdichtung ungünstig, da somit mit hohen axialen Reibkräften und einer eingeschränkten Lebensdauer des Dichtelementes gerechnet werden muß.

Aus der JP 07119625 A ist eine piezobetätigte Pumpen bekannt, bei der ein Kolben in einem Zylinder gelagert ist und der Piezoaktor Kolbenhübe erzeugt.

In der DE 19 06 808 wird eine zusammengesetzte Kolbenanordnung aus einem Kolben aus Metall und einer Dichtung, die aus einem von einem kegelförmigen Mittelraum durchbohrten Elastomer-Zylinder besteht, beschrieben, wobei sich der Durchmesser des Mittelraumes regelmäßig von innen nach außen vergrößert. Der Elastomer-Zylinder hat hier eine dichtende Funktion.

Aus der US 5 607 292 ist noch bekannt, den Druckraum einer elektromagnetisch betätigten Pumpe durch einen Ring aus einem Elastomer abzudichten.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine piezobetätigte Kolbenpumpe einfacher und zuverlässiger Bauart anzugeben, die eine klare Funktionstrennung ihrer Baugruppen vorsieht und mit der ein festgelegter Systemdruck schnell aufgebaut bzw. ein sehr genau dosierter Volumenstrom bereitgestellt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Gegenüber der aus der DE 197 56 821 A1 bekannten Anordnung ist hervorzuheben, daß wenigstens ein von dem Verbindungselement beabstandetes Dichtelement auf der Stirnfläche des Kolbens fixiert ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß der Kolben mehrere stirnseitig fixierte Dichtelemente aufweist, die im Totpunkt I (spannungsloser Zustand des Piezoaktors) zwischen dem Kolben und einer Grundplatte vorgespannt sind. Die Stirnfläche des Kolbens, die Dichtelemente sowie die an den Dichtelemente anliegende Seite der Grundplatte bilden voneinander getrennte Druckräume, mit denen unterschiedliche Volumenströme erzeugt werden können, bzw. vielfältige Möglichkeiten zur Abstimmung der hydraulischen Arbeit von Druckkreisen möglich sind.

Der Kolbenhub wird durch Ausdehnung des Piezoaktors in axialer Richtung erzeugt. Damit werden die Dichtelement weiter zusammengedrückt, wodurch sich die Druckräume verkleinern.

Die Größe der Verdichtungs-volumina wird im wesentlichen durch die Größe des Hubs des Piezoaktors und die Abmessungen und Ausführung der Dichtungselemente bestimmt.

Für die radiale Führung des Kolbens wird ein weiteres elastisches Element eingesetzt. Dies steht nicht mit dem Druckraum in Verbindung und somit können druckbedingte Verformungen des Elementes keinen negativen Einfluß auf die axialen Reibkräfte der Anordnung haben.

Für das Funktionieren der Anordnung sind geeignete Rückschlagventile zur Nieder- und Hochdruckseite vorzusehen, deren Schaltvermögen der erreichbaren hohen Frequenz des Piezoaktors entspricht. Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden Kugelrückschlagventile in die Grundplatte eingesetzt, die an den Druckraum angrenzen. Zum Einsetzen der Rückschlagventile wird vorteilhaft eine in zwei Scheiben geteilte zweite Grundplatte verwendet.

Die Kolbenpumpe gewährleistet pro Hub bauartbedingt kleine Fördervolumina, die von der Betriebsspannung und dem Systemdruck abhängig sind. Durch Änderung der Frequenz und der Amplitude der Ansteuerungspannung läßt sich der Förderstrom verstellen.

Für niedrige Systemdrücke können auch Hebelübersetzungen zwischen Piezoaktor und Kolben eingesetzt werden, wodurch sich der Förderstrom erhöhen läßt.

Nachfolgend wird die Erfindung in der Zeichnung an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine piezobetätigte Kolbenpumpe mit einem Dichtelement,

Fig. 2 eine erste Variante zur Lagerung des Dichtelementes,

Fig. 3 eine zweite Variante zur Lagerung des Dichtelementes,

Fig. 4 eine dritte Variante zur Lagerung des Dichtelementes,

Fig. 5 eine piezobetätigte Kolbenpumpe mit zwei Dichtelementen.

Fig. 1 zeigt eine piezobetätigte Kolbenpumpe mit einem Dichtelement. Zwischen einer ersten Grundplatte 1 und einer zweiten Grundplatte 3 ist ein Verbindungselement 2 angeordnet. Das Verbindungselement 2 nimmt einen Piezoaktor 5 und einen Kolben 7 auf, wobei der Kolben 7 auf einem Stahlbolzen 6 aufsteht und somit mit dem Piezoaktor 5 verbunden ist. Der Piezoaktor 5 ist seinerseits an der Grundplatte 1 durch eine Schraube 4 befestigt. Der Kolben 7 weist radial eine umlaufende Nut auf in der ein Führungsring 3 eingepaßt ist. An der Stirnfläche weist der Kolben 7 eine weitere Nut auf, die um die Längsachse kreisförmig verläuft. In dieser Nut ist ein ringförmiges Dichtelement 9 eingelassen. Die Stirnfläche des Kolbens 7, das Dichtelement 9 und die anliegende Fläche der zweiten Grundplatte 3 bilden gemeinsam den Druckraum 10. Die Schraube 4 dient gleichzeitig zur Vorspannung des Dichtelementes 9. In die Grundplatte 3 sind zwei Bohrungen eingebracht. Darin sind zwei

Rückschlagventile 11 und 12 eingelassen. Das Rückschlagventil 11 besitzt einen Anschluß 13 zum Niederdruckteil sowie eine Verbindung zum Druckraum 10. Das Rückschlagventil 12 besitzt einen Anschluß 14 zum Hochdruckteil und ebenfalls eine Verbindung zum Druckraum 10.

Der Piezoaktor 5 ist an ein entsprechendes elektrisches Steuergerät angeschlossen, das in der Fig. 1 nicht dargestellt ist.

In der Fig. 2, 3 und 4 ist jeweils eine Variante zur Lagerung des Dichtelementes 9 zwischen dem Kolben 7 und der zweiten Grundplatte 3 dargestellt. Entsprechend der Fig. 2 ist dazu stirnseitig im Kolben 7 eine Nut eingelassen, die einen abgerundeten Nutauslauf aufweist. Nach Fig. 3 ist auch eine beidseitig abgerundete Nut in der zweiten Grundplatte 3 eingelassen. Fig. 4 zeigt eine Möglichkeit zur Vergrößerung des Druckraumes 10, indem eine Ausnehmung im Kolben 7 vorgesehen ist, um die die zweite Grundplatte 3 erhalten ist.

In der Fig. 5 sind die Einzelheiten 1 bis 8 entsprechend der Fig. 1 angeordnet. An der Stirnseite des Kolbens 7 sind zwei Dichtelemente 9A, 9B in jeweils einer Nut eingelassen. Die Dichtelemente sind zueinander konzentrisch angeordnet und bilden voneinander getrennte Druckräume 10A und 10B. Der Druckraum 10A ist mit einem Anschluß zu einem Niederdruckteil 13A und mit einem Anschluß zu einem Hochdruckteil 14B verbunden. Der Druckraum 10B ist mit einem Anschluß zu einem Niederdruckteil 13B und mit einem Anschluß zu einem Hochdruckteil 14A verbunden. Zwischen diesen Anschlüssen und den Druckräumen ist jeweils ein Rückschlagventil 11A; 11B; 12A; 12B vorgesehen.

Beim Anlegen der Betriebsspannung dehnt sich der Piezoaktor 5 aus und verschiebt somit den Kolben 7 gegen die zweite Grundplatte 3. Dadurch wird das Dichtelement 9A; 9B zusätzlich zusammengedrückt. Nach Abschalten der Spannung zieht sich der Piezoaktor zusammen und der Kolben 7 bewegt sich zurück. Aufgrund der Vergrößerung des Druckraums 10A; 10B entsteht darin ein Unterdruck. Solange die Druckdifferenz zwischen Anschluß 13A; 13B des Niederdruckteils und Druckraum 10A; 10B größer als der Öffnungsdruck des Rückschlagventils 11A; 11B der Einlaßseite ist, wird in den Druckraum 10A; 10B Hydraulikflüssigkeit eingesaugt. Dann schließt das Rückschlagventil 11A; 11B wieder. Das erneute Anlegen der Betriebsspannung bewegt den Kolben 7 wieder in Richtung der zweiten Grundplatte 3 und erzeugt im Druckraum 10A; 10B einen Hochdruck. Die Flüssigkeit strömt über das Rückschlagventil 12A; 12B der Hochdruckseite aus, solange die Druckdifferenz zwischen Druckraum 10A; 10B und Hochdruckseite größer als der Öffnungsdruck des zweiten Rückschlagventils 12A; 12B ist. Der Vorgang wird periodisch wiederholt.

Der Aufbau der piezobetätigten Kolbenpumpe gewährleistet pro Hub bauartbedingt kleine Fördervolumina, die von der Amplitude der Betriebsspannung und dem Systemdruck abhängig sind. Der Förderstrom läßt sich über die Frequenz der Betriebsspannung variieren.

#### Bezugszeichenliste

- 1 erste Grundplatte
- 2 Verbindungselement
- 3 zweite Grundplatte
- 4 Schraube
- 5 Piezoaktor
- 6 Stahlbolzen
- 7 Kolben
- 8 Führungsring
- 9A Dichtelement

- 9B Dichtelement
- 10A Druckraum
- 10B Druckraum
- 11A Rückschlagventil Niederdruckteil
- 11B Rückschlagventil Niederdruckteil
- 12A Rückschlagventil Hochdruckteil
- 12B Rückschlagventil Hochdruckteil
- 13A Anschluß Niederdruckteil
- 13B Anschluß Niederdruckteil
- 14A Anschluß Hochdruckteil
- 14B Anschluß Hochdruckteil

#### Patentansprüche

1. Piezobetätigte Kolbenpumpe, welche umfaßt: eine ersten Grundplatte (1) und eine zweite Grundplatte (3), die durch ein Verbindungselement (2) miteinander verbunden sind, einen Piezoaktor (5) in der Längsachse des Verbindungselementes (2), dessen erstes Ende mit der ersten Grundplatte (1) und dessen zweites Ende mit einem Kolben (7) verbunden ist, einen Druckraum (10), der wenigstens einen durch ein Rückschlagventil (11) sperrbaren Anschluß (13) zu einem Niederdruckteil und wenigstens einen durch ein Rückschlagventil (12) sperrbaren Anschluß (14) zum Hochdruckteil aufweist, wobei der Kolben (7) im Verbindungselement (2) axial verschiebbar gelagert ist und die Kolbenhöhe durch eine Ansteuerung des Piezoaktors erzeugt werden, wobei der Kolben (7) stirnseitig wenigstens ein um die Längsachse verlaufendes fixiertes Dichtelement (9) aufweist, das im Totpunkt I zwischen Kolben (7) und zweiter Grundplatte (3) vorgespannt ist, so daß die Stirnfläche des Kolbens (7), das Dichtelement (9) sowie die an dem Dichtelement (9) anliegende Seite der zweiten Grundplatte (3) den Druckraum (10) bilden, wobei wenigstens ein von dem Verbindungselement (2) beabstandetes Dichtelement (9) vorgesehen ist, das zumindest einen Druckraum (10) bildet.
2. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere von dem Verbindungselement (2) beabstandete Dichtelemente (9A, 9B) vorgesehen sind, die voneinander getrennte Druckräume (10A, 10B) bilden.
3. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtelemente (9A, 9B) zueinander konzentrisch verlaufen.
4. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtelemente (9A, 9B) nebeneinander angeordnet sind.
5. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach einem Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtelemente (9A, 9B) ringförmig sind und in je einer Nut im Kolben (7) eingelassen sind.
6. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach einem Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtelemente (9A, 9B) zusätzlich in je einer Nut in der zweiten Grundplatte (3) eingelassen sind.
7. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten im Kolben (7) und/oder Grundplatte (3) abgerundete Nutausläufe aufweisen.
8. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte (3) in zwei Scheiben geteilt ist und die Rückschlagventile (11A, 11B, 12A, 12B) jeweils in einer Bohrung in einer Scheibe der zweiten Grundplatte

(3) eingelassen sind.

9. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (7) durch einen Führungsring (8) im Verbindungselement (2) gelagert ist.

5

10. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Piezoaktor (5) durch eine Schraube (4) an der ersten Grundplatte (1) befestigt ist, wobei durch die Schraube (4) die Vorspannung des Dichtelements (9) einstellbar ist.

10

11. Piezobetätigte Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Ende (6) des Piezoaktors (5) und dem Kolben (7) vorgesehen ist.

15

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

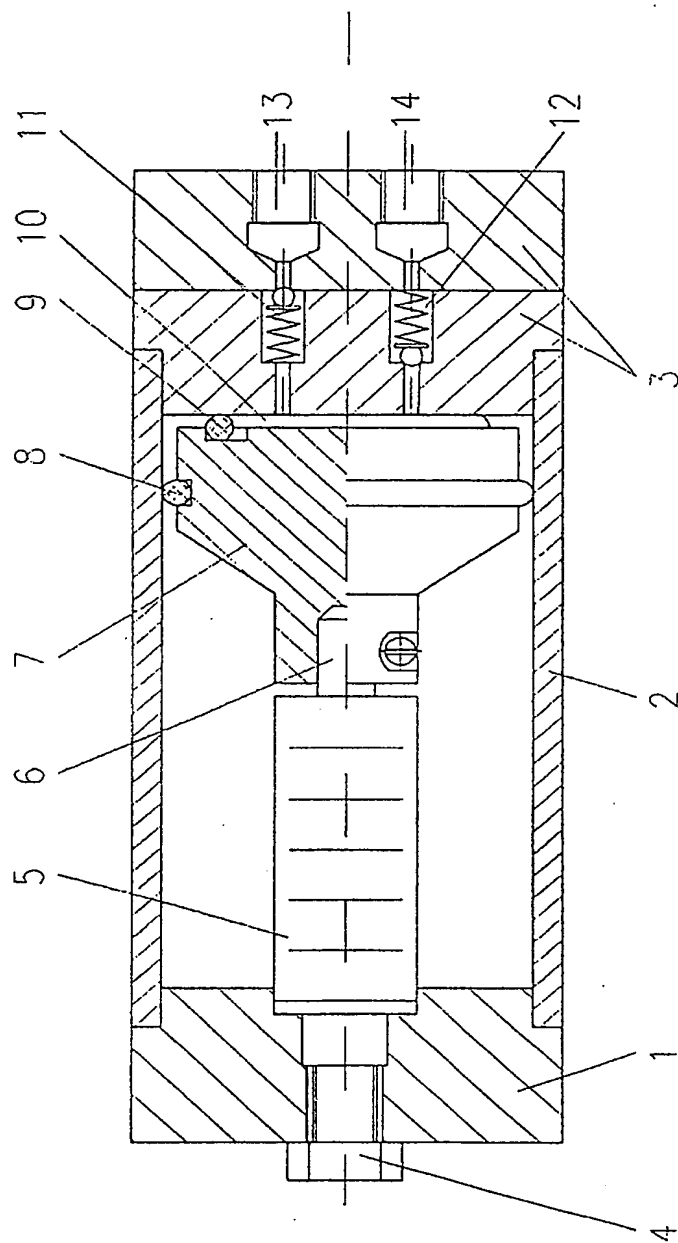


Fig. 1

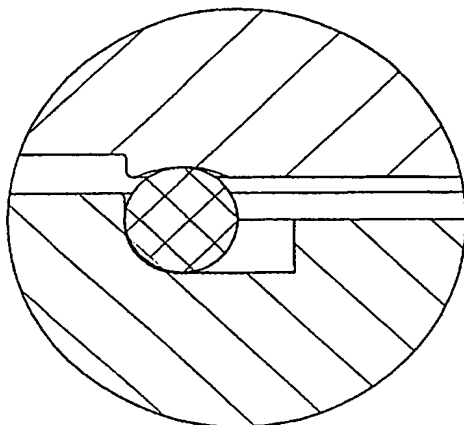


Fig. 4

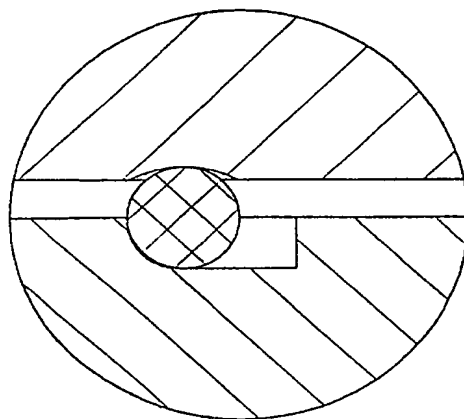


Fig. 3

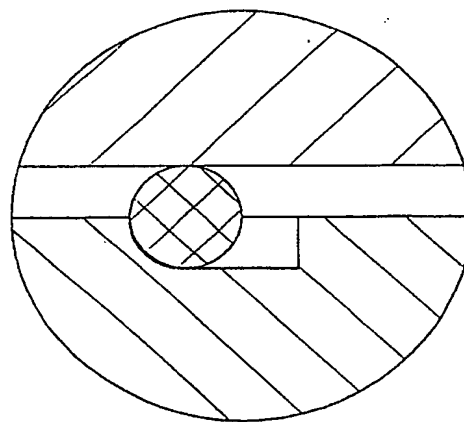


Fig. 2

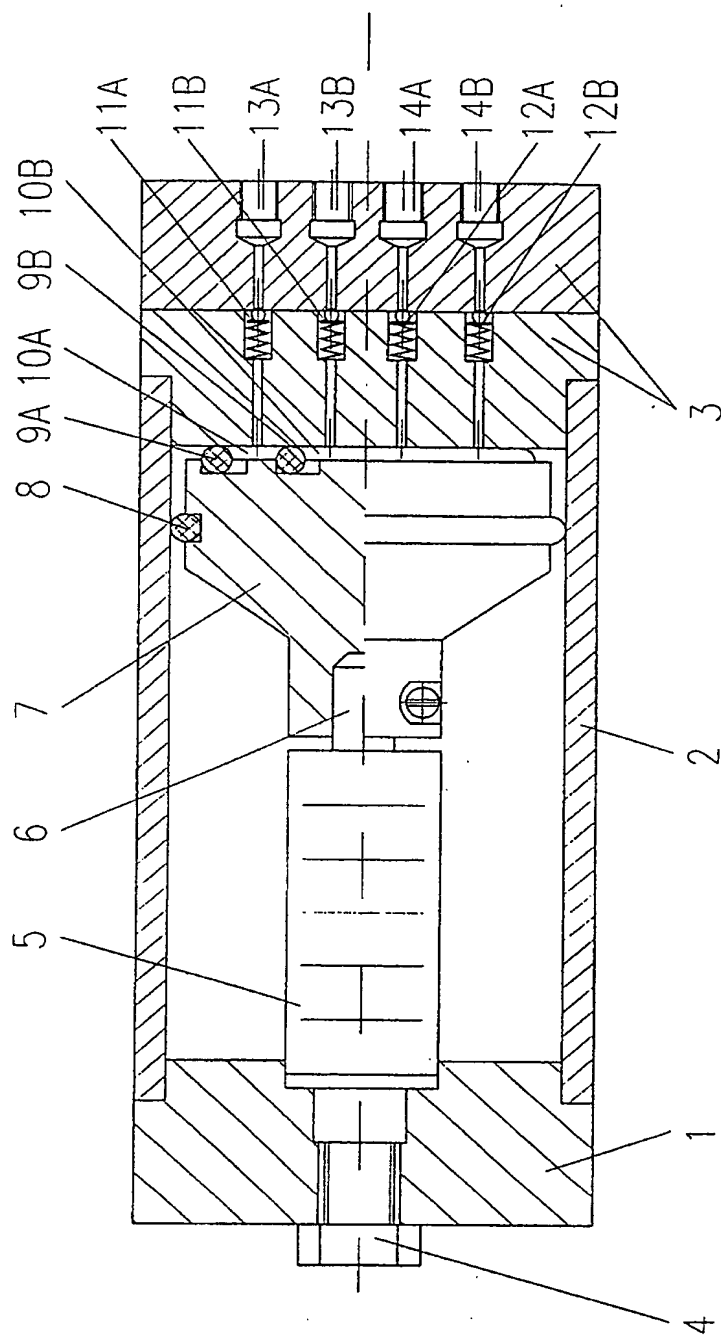


Fig. 5